

Produksi Benih Sumber (G_0) Beberapa Varietas Kentang dari Umbi Mikro

Hidayat, I. M.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung 40391
Naskah diterima tanggal 18 Juli 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 24 Agustus 2011

ABSTRAK. Pengembangan kawasan dan industri benih kentang yang terus meningkat dan tersebar di seluruh wilayah kepulauan di Indonesia harus didukung oleh sistem distribusi dan produksi benih yang efisien. Penggunaan umbi mikro merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan distribusi dan produksi benih sumber. Penelitian tentang penggunaan umbi mikro dalam produksi benih sumber (G_0) kentang telah dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan dan Rumah Kasa bebas serangga Balai Penelitian Tanaman Sayuran dari bulan Juni 2010 sampai dengan April 2011. Tujuan penelitian ialah untuk mendapatkan informasi nisbah perbanyakan umbi mikro varietas Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping dalam menghasilkan umbi yang memenuhi kriteria sebagai benih sumber. Umbi mikro yang diperoleh dari kultur in vitro planlet bebas patogen tujuh varietas kentang, yaitu Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping yang telah melampaui masa dormansi ditanam pada media yang terdiri atas campuran pupuk kandang dan arang sekam (1:1. v/v) yang telah disterilkan dengan pengukusan selama 4 jam. Jarak tanam 10 x 10 cm dengan jeluk penanaman 1 cm. Setiap ulangan terdiri atas 20 umbi. Penanaman umbi mikro mengikuti rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Pemupukan dilakukan dengan memberikan NPK 16:16:16 dosis 5g/l, 3 l pupuk/bak beroda diberikan pada interval 1 minggu sampai tanaman mencapai 10 minggu setelah tanam (MST). Penambahan media tanam dilakukan pada 4 dan 8 MST, dan panen dilakukan pada 12 MST. Hasil panen menunjukkan bobot umbi/tan, jumlah umbi/tan, proporsi umbi dengan diameter 0,7-1, 1,1-2, dan 2,1-3 cm berbeda sangat nyata di antara varietas yang diuji. Umbi mikro var. Amudra dan Merbabu menunjukkan bobot umbi/tanaman tertinggi masing masing 35 dan 34 g/tanaman, dengan proporsi umbi diameter 0,7-1, 1,1-2, dan 2,1-3 cm masing-masing 34,80, 50,52, 15,55%, dan 50,15, 33,93, dan 18,12%. Varietas yang menghasilkan jumlah umbi/ tanaman >10 ialah Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping.

Katakunci: *Solanum tuberosum*; Umbi mikro; Benih sumber.

ABSTRACT. Hidayat, I.M. 2011. Basic Seed (G_0) Production of Several Potato Varieties from Microtuber.

The increasing and developing of potato production area as well as potato seed industry which is spread through out the country must be supported by an efficient seed production and distribution system. The use of microtuber is one alternative to overcome seed production and distribution problems in Indonesia. Study on the use of microtuber in potato basic seed (G_0) production was conducted in the Tissue Culture Laboratory and aphid proof Screenhouse, the Indonesian Vegetable Research Institute from June 2010 to April 2011. The study aimed to obtain information on multiplication rate of microtubers var. Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, and Ping to produce tuber that meets basic seed criteria. Microtubers derived from in vitro culture of virus free plantlet of seven potato varieties viz Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, and Ping with which their dormancy had broken were planted in the media composed of stable manure and burnt rice husk (1:1 v/v) sterilized by steaming for 4 hours. Planting distance was 10 x 10 cm, 1 cm depth. Each replication consisted of 20 tuber seed. Completely randomized design with three replications was used in the study. NPK 16:16:16 at 5g/l, 3 l/roller bench was applied at 1 week interval up to weeks after planting (WAP). Medium was added for hilling up at 4 and 8 WAP, and tuber was harvested at 12 WAP. The results indicated that tuber weight/plant, tuber number/plant, tuber proportion with diameter 0.7-1, 1.1-2, and 2.1-3 cm were highly significant different among tested varieties. Plants derived from microtubers var. Amudra and Merbabu performed the highest tuber weight/plant at each 35 and 34 g/plant, with tuber diameter proportion 0.7-1, 1.1-2, and 2.1-3 cm were 34.80, 50.52, 15.55%, and 50.15, 33.93, and 18.12% respectively. Varieties that gave number of tuber/plant >10 were Granola L, Manohara, Merbabu, and Ping.

Keywords: *Solanum tuberosum*; Microtuber; Basic seed.

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan satu dari komoditas sayuran yang mempunyai potensi ekonomis tinggi, dan memegang peranan penting dalam diversifikasi pangan. Peningkatan produktivitas kentang masih terkendala antara lain oleh benih yang tidak bersertifikat. Dalam sistem perbenihan kentang, penggunaan teknologi

in vitro merupakan bagian yang penting dalam produksi benih bersertifikat berbasis benih bebas patogen sebagai benih sumber (Ahloowalia 1994, Zamora *et al.* 1994). Di Indonesia, pada umumnya benih sumber yang digunakan dalam bentuk planlet maupun umbi G_0 (Generasi nol).

Area produksi kentang yang menyebar di berbagai kepulauan di Indonesia menyebabkan distribusi benih sumber dalam bentuk planlet menghadapi beberapa kendala, antara lain memerlukan proses penanganan yang sangat hati-hati dan cepat, karena dapat merusak fisik planlet. Hal ini dapat menyebabkan planlet tidak layak untuk ditanam. Kendala lainnya ialah biaya pengiriman yang relatif tinggi, terutama untuk pengiriman benih sumber dalam bentuk umbi G_0 . Dengan demikian, umbi mikro merupakan alternatif terbaik sebagai benih sumber. Namun karena kurangnya informasi potensi umbi mikro dalam produksi benih sumber, pengujian potensi umbi mikro dari berbagai varietas kentang perlu dilakukan. Hal ini terutama diperlukan untuk keperluan diseminasi varietas unggul nasional dalam upaya mempercepat proses adopsi varietas (Hidayat 2011).

Umbi mikro merupakan umbi yang dihasilkan planlet *in vitro*. Umbi mikro lebih mudah ditangani selama proses pengiriman, distribusi, serta penyimpanan karena ukurannya yang relatif kecil (Perez-Alonso *et al.* 2010). Namun pemanfaatannya masih belum optimal, karena masih terkendala oleh terbatasnya informasi potensi daya hasil umbi mikro dalam menghasilkan benih umbi mini. Padahal telah banyak publikasi yang melaporkan pemanfaatan umbi mikro dalam pertukaran plasma nutfah, sebagai benih dasar dalam produksi benih kentang terutama sebagai bahan dalam memproduksi umbi mini (Zamora *et al.* 1994, Ranalli *et al.* 1994, Donnelly *et al.* 2003, Kanwal *et al.* 2006, Badoni dan Chauhan 2009, Nistor *et al.* 2010, Bolandi *et al.* 2011).

Menurut Donnelly *et al.* (2003) beberapa penelitian menunjukkan bahwa umbi mikro dapat dimanfaatkan dalam produksi benih berupa generasi awal (G_0) maupun generasi lanjut bergantung pada kondisi lingkungan untuk memenuhi standar mutu benih yang diharapkan. Untuk penanaman di lapangan disarankan agar petani penangkar menggunakan umbi mikro dengan ukuran diameter 5-15 mm (Santos dan Rodriguez 2008).

Beberapa faktor yang memengaruhi produksi umbi mikro antara lain genotip (Dhital dan Lim 2004, Otrushy *et al.* 2009, Aslam dan Iqbal 2010, Nistor *et al.* 2010), media yang meliputi sumber dan konsentrasi karbon (Altindal dan Karadogan

2010), tanpa atau dengan kombinasi zat pengatur tumbuh sitokinin (Rafique *et al.* 2004, Uranbey 2005, Zakaria *et al.* 2008, Aslam dan Iqbal 2010), antigiberelin (Larekeng *et al.* 2009, Masniawati *et al.* 2009, Dwiati dan Anggorowati 2011), *chlorocholine chloride* (Zakaria *et al.* 2008, Imani *et al.* 2010), ventilasi kultur (Mobini *et al.* 2009), suhu (Uranbey *et al.* 2004, Otrushy *et al.* 2009), bahan pemat media (Uranbey *et al.* 2004), dan panjang penyinaran (Uranbey 2005). Teknik pengumbian *in vitro* dapat dilakukan langsung dari penanaman eksplan pada media pertumbuhan yang sekaligus merupakan media pengumbian (Rafique *et al.* 2004, Uranbey 2005) dan tidak langsung melalui dua tahap, yaitu pertumbuhan planlet dan kemudian periode pengumbian (Piao *et al.* 2003, Perez-Alonso *et al.* 2010, Nistor *et al.* 2010). Untuk komersialisasi dan otomatisasi, produksi umbi mikro secara massal dikembangkan menggunakan bioreaktor (Ebadi *et al.* 2002, Piao *et al.* 2003, Ebadi *et al.* 2007), dan media dengan perendaman secara temporer yang menunjukkan hasil lebih baik daripada kultur pada perendaman yang terus menerus (Perez-Alonso *et al.* 2010).

Umbi mikro merupakan miniatur dari umbi yang mempunyai karakteristik genetik berbeda. Tiap varietas mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan baik berat maupun jumlah umbi. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah umbi mikro yang berasal dari tujuh varietas yang diuji memberikan umbi mini dengan jumlah dan berat umbi per tanaman yang berbeda. Tujuan penelitian ialah mendapatkan informasi tentang nisbah perbanyakan umbi mikro dari varietas Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping dalam menghasilkan umbi yang memenuhi kriteria sebagai benih sumber.

Diharapkan kemampuan umbi mikro dalam menghasilkan benih sumber yang memenuhi kriteria jumlah umbi dengan nisbah perbanyakan yang optimum dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan dan penyediaan benih sumber kentang. Dengan demikian, penyediaan benih sumber (G_0) dari varietas yang diuji dapat dipercepat sesuai dengan waktu dan jumlah yang diperlukan untuk distribusi, diseminasi, dan adopsi varietas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan dan Rumah Kasa bebas serangga Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 1.200 m dpl. dari bulan Juni 2010 sampai dengan April 2011.

Umbi mikro (diameter 2-5 mm) yang telah melewati masa dormansi diperoleh dari kultur in vitro planlet kentang bebas patogen var. Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping.

Prosedur

Prosedur dalam produksi umbi mikro di laboratorium kultur jaringan serta penanamannya di Rumah Kasa bebas serangga disajikan sebagai berikut:

Pemeliharaan planlet. Planlet bebas patogen diperbanyak dengan stek buku tunggal (terdiri atas potongan batang dan satu tunas ketiak daun) yang dikulturkan masing-masing 10 stek pada 25 ml/botol media Murashige dan Skoog (1962) dengan 40g/l gula, 8 g/l agar batang, pH 5,8, dan di autoclaf 15 menit pada suhu 121°C, tekanan 1,5 psi. Kultur dipelihara pada kondisi terang dengan lama penyinaran 16 jam menggunakan lampu Phillips Tornado 24 watt (3 lampu/1,2 m²) setara dengan 2.400 luks (*Lutron Light Meter LY-101A*), suhu 24°C ± 2°C. Stek buku tunggal in vitro pada umumnya sudah mencapai 7-12 ruas pada umur 4 minggu setelah kultur (Gambar 1a).



Gambar 1. (a) planlet in vitro (*invitro planlet*), (b) umbi mikro 4 minggu setelah penambahan media MS 150 (*microtubers 4 weeks after addition of MS 150 media*), (c) dan (d) umbi sudah pecah dormansi (*seed with broken dormancy*), (e) tanaman dari umbi mikro 1 MST (*plants originated from microtuber 1 WAP*), (f) dan (g) tanaman dari 2 MST pada var. Merbabu dan Ping (*plant of 2 WAP on var. Merbabu and Ping*)

Induksi umbi mikro. Ke dalam botol kultur planlet umur 4 minggu, ditambahkan masing-masing 20 ml/botol kultur media cair MS steril yang dilengkapi dengan 150 g/l gula pada kondisi aseptis di *laminar air flow*. Selanjutnya kultur dipelihara dalam kondisi gelap selama 4 minggu. Umbi mikro (Gambar 1b) kemudian dapat dipanen dan diperoleh antara 7-13 umbi/botol dengan ukuran bervariasi dari 2-8 mm (Gambar 1c). Umbi mikro dipanen dan disimpan dalam baki *styrofoam* dalam keadaan tertutup pada suhu ruangan. Setelah 6 minggu sejak panen, umumnya umbi mikro dari semua varietas sudah bertunas (Gambar 1d). Umbi mikro yang berdiameter 2-5 mm dan tidak menciut dipilih sebagai bahan pertanaman di rumah kaca bebas serangga. Umbi yang berukuran kecil cenderung menjadi keriput walaupun masih bertunas.

Umbi mikro dari tujuh varietas ditanam pada media yang terdiri atas campuran pupuk kandang dan arang sekam (1:1, v/v) yang telah disterilkan dengan pengukusan selama 4 jam. Penanaman dilakukan pada bak beroda berukuran 120 x 75 x 15 cm (panjang x lebar x tinggi), dan disusun berdasarkan pola rancangan acak lengkap dengan varietas sebagai perlakuan dengan tiga ulangan. Tiap varietas masing-masing terdiri atas dua baris dengan jarak dalam baris 10 cm dan jarak antarbaris 10 cm sebagai satu ulangan, sedangkan jarak antarulangan 15 cm. Umbi ditanam dengan kedalaman penanaman 1 cm, 20 umbi/perlakuan. Pemupukan dengan NPK 16:16:16 pada dosis 5 g/l, 3 l pupuk/bak beroda diberikan pada interval 1 minggu sampai tanaman mencapai 10 minggu setelah tanam (MST). Penambahan media tanam dilakukan pada 4 dan 8 MST, dan panen dilakukan pada 12 MST. Pemeliharaan meliputi penyiraman dan penyemprotan pestisida pada dosis dan interval sesuai dengan yang diperlukan. Pada umumnya umbi hanya mempunyai satu tunas umbi, walaupun demikian tunas ini dapat tumbuh dengan vigor baik (Gambar 1e). Keragaan tanaman selama pertumbuhan vegetatif aktif (2 MST) disajikan pada Gambar 1f (var. Merbabu) dan 1g (var. Ping).

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan dilakukan terhadap komponen hasil umbi lima tanaman contoh, yaitu bobot (g) melalui penimbangan, dan jumlah umbi per tanaman pada saat panen, serta proporsi umbi per 200

tanaman berdasarkan persentase umbi dengan diameter 0,7-1, 1,1-2, dan 2,1-3 cm dengan mengukur diameter lingkaran 0,7-1, 2, dan 3 cm. Analisis ragam dilakukan menggunakan program PKBT Stat-1,0. Jika terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, maka dilakukan uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) Tukey pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam bobot dan jumlah umbi per tanaman, serta jumlah proporsi, dan persentase umbi berdasarkan diameter 0,7-1, 1,1-2, dan 2,1-3 cm pada saat panen yang dilakukan pada umur 12 MST menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) pada semua varietas yang diuji. Keragaan bentuk dan ukuran umbi sewaktu panen disajikan pada Gambar 2a (var. Amudra), 2b (var. Atlantik M), 2c (var. Cipanas), 2d (var. Granola L), 2e (var. Manohara), 2f (var. Merbabu), dan 2g (var. Ping).

Bobot umbi per tanaman tertinggi ditunjukkan oleh var. Amudra dan Merbabu yang berbeda nyata dengan var. Atlantik M dan var. Cipanas. Varietas Merbabu dan Granola L menunjukkan jumlah umbi/tanaman yang tertinggi dan berbeda nyata dengan var. Cipanas dengan jumlah umbi terkecil, yang juga berbeda dengan var. Manohara dan var. Ping (Tabel 1).

Persentase umbi dengan diameter 0,7-1, 1,1-2, dan 2,1-3 cm juga disajikan pada Tabel 1. Persentase tertinggi umbi yang berdiameter 0,7-1 cm pada umumnya lebih tinggi daripada diameter lainnya, misalnya var. Cipanas menunjukkan persentase tertinggi dan berbeda nyata dengan var. Atlantik M, var. Ping, dan var. Amudra yang menunjukkan persentase terendah. Persentase tertinggi untuk umbi dengan diameter 1,1-2,0 cm diperlihatkan var. Amudra dan berbeda nyata dengan var. Atlantik M, Granola L, Manohara, Merbabu dan Ping yang juga berbeda nyata dengan persentase terendah pada var. Cipanas. Untuk umbi diameter 2,1-3 cm, var. Merbabu dan Ping menunjukkan persentase yang tinggi dan berbeda nyata dengan var. Manohara, Cipanas, dan Atlantik M.

Pada penelitian ini digunakan umbi mikro varietas Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping dengan diameter 2-5 mm termasuk kelas D dengan diameter terkecil

Tabel 1. Rerata bobot, jumlah, dan persentase umbi berdasarkan diameter (*Average of weight, number, and percentage of tubers based on diameter*)

Varietas (Variety)	Bobot umbi/ tan (Tuber weight/ plant), g	Jumlah umbi/ tan (Tuber number/ plant)	Persentase umbi dengan diameter (Percentage of tubers based on diameter) cm		
			0,7-1	1,1-2	2,1-3
.....%.....					
Amudra	35,00 a	8,80 abc	34,80 d	50,52 a	15,55 ab
Atlantik M	22,67 b	6,93 bc	54,65 b	34,75 b	6,58 b
Cipanas	19,33 b	6,07 c	69,63 a	20,55 c	4,97 b
Granola L	29,42 ab	12,86 a	47,87 bc	39,38 b	12,59 ab
Manohara	25,67 ab	11,22 ab	51,66 bc	38,34 b	4,97 b
Merbabu	34,00 a	13,22 a	50,15 bc	33,93 b	18,12 a
Ping	30,17 ab	11,90 ab	47,57 c	34,67 b	20,17 a
KK (CV),%	13,80	17,94	4,85	10,70	33,65

Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji beda nyataTukey 0,05 (*Number followed by different letter in the same column indicated significant difference on Tukey test 0.05*)



Gambar 2. Keragaan umbi saat panen (*Performance of tuber at harvest*) (a) var. Amudra, (b) Atlantik M, (c) Cipanas, (d) Granola L, (e) Manohara, (f) Merbabu, dan (g) Ping

< 5 mm, di samping kelas yang lainnya yaitu kelas C (5-7,4 mm), B (7,5-9,9 mm), dan A (>10 mm) (Zamora *et al.* 1994). Walaupun berasal dari umbi mikro kelas D, tetapi hasil yang diperoleh dari semua varietas yang diuji telah memenuhi kriteria umbi mini yaitu umbi dengan kisaran diameter 7-30 mm, dan diameter terkecil 7-10 mm. Umbi mini adalah umbi yang dihasilkan dari planlet maupun umbi mikro di rumah kaca dan biasanya

berukuran diameter 5-25 mm (Ahloowalia 1994). Benih Go biasanya dihitung berdasarkan jumlah umbi dengan kualitas yang memenuhi standar sebagai Go dengan kriteria standar kesehatan benih, kemurnian varietas (genetis), dan keutuhan fisik benih. Perkiraan berat umbi mikro dengan diameter 2-5 mm untuk var. Granola L, Ping, Merbabu, dan Cipanas yang diambil masing-masing dari 20 umbi contoh disajikan pada Tabel

Tabel 2. Rerata berat umbi mikro diameter 2-5 mm pada var. Granola L, Ping, Merbabu, dan Cipanas berdasarkan 20 umbi (*Average of microtuber weight diameter 2-5 mm of var. Granola L, Ping, Merbabu, and Cipanas based on 20 microtubers*)

Berat umbi (<i>Tuber weight</i>), mg	Varietas (<i>Varieties</i>)			
	Granola L	Ping	Merbabu	Cipanas
Rerata (<i>Mean</i>)	82,61	90,19	96,37	115,92
Maksimum (<i>Max.</i>)	126,50	116,70	161,40	157,50
Minimum (<i>Min.</i>)	60,80	63,90	63,70	90,70
Standar deviasi (<i>Deviation standard</i>)	18,59	13,80	23,52	18,34

2. Rerata berat umbi mikro diameter 2-5 mm pada var. Granola L, Ping, Merbabu, dan Cipanas setara dengan berat umbi mikro yang dilaporkan Ranalli *et al.* (1994), umbi mikro yang dihasilkan diameter 4-7 mm dan panjang 10-12 mm mempunyai bobot bervariasi dari 24-273 mg, terbanyak di antara 24-73 dan 74-123 mg.

Umbi mini yang dihasilkan dari benih berupa umbi mikro dipengaruhi oleh genotip, pengelolaan tanaman, dan ukuran umbi mikro serta status fisiologisnya. Perez-Alonso *et al.* (2007) melaporkan bahwa umbi mikro (diameter 4 mm) var. Atlantik yang ditanam di lapangan memperlihatkan daya tumbuh yang lebih baik dan menghasilkan umbi ukuran 20-55 mm lebih banyak dibandingkan dengan stek yang berasal dari planlet *in vitro*. Genotip (varietas) memengaruhi ukuran dan berat umbi yang dihasilkan, dan berkorelasi positif dengan jumlah buku dan jumlah daun (Akhtar *et al.* 2010). Umbi mikro (80-450 mg, diameter 3-8 mm), menghasilkan jumlah umbi/m² lebih rendah dengan proporsi lebih banyak umbi ukuran kecil dibandingkan dengan umbi mini yang juga menghasilkan umbi lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang menggunakan benih umbi normal. Namun kerapatan tanaman dapat meningkatkan produksi umbi benih/ha pada umbi mikro dan umbi mini.

Pada jarak baris sempit, hasil umbi total yang diperoleh 27,3 t/ha, sedangkan pada jarak tanam yang lebar total hasil mencapai 6,7 t/ha, umbi mini 38,9 t/ha dan 24,4 t/ha (Ranalli *et al.* 1994). Dengan menggunakan umbi mini ukuran 1-40g, jumlah umbi yang dihasilkan rerata tiga umbi per tanaman yang ditumbuhkan pada sistem hidroponik di mana ukuran umbi yang lebih besar bertambah sejalan dengan pertambahan ukuran

umbi yang digunakan (Kim *et al.* 2009). Santos dan Rodriguez (2008) juga melaporkan bahwa dengan menggunakan umbi mikro dengan jarak tanam dalam bedengan 20 dan 25 cm sudah cukup untuk produksi umbi mini, dan jarak 25 cm memberikan nisbah pengembalian marginal paling tinggi. Semakin lebar jarak tanam, maka hasil umbi mini makin menurun, namun sebaliknya berat umbi/tanaman meningkat.

Ranalli *et al.* (1994) membandingkan penggunaan umbi mikro dan umbi mini bahwa umbi mikro tumbuh 8-9 hari lebih lambat daripada umbi mini. Umbi mikro memberikan hasil umbi dengan proporsi 74% (<36 mm), 25% (35-55 mm), dan 1,5% (55-80 mm), serta proporsi umbi >45 mm lebih tinggi daripada umbi mini. Umbi mikro memberikan nilai tertinggi pada jarak antarbaris yang sempit walaupun hasilnya lebih sedikit daripada umbi mini dan umbi konvensional. Pada penelitian ini diperoleh nisbah perbanyakkan 6,7-8 pada var. Cipanas, Atlantik M, dan Amudra, dan >10 pada var. Manohara, Ping, Granola L, dan Merbabu, dengan umbi yang memenuhi kriteria sebagai umbi mini. Hasil ini lebih tinggi daripada yang dilaporkan Kim *et al.* (2009). Perbedaan jumlah umbi yang berbeda pada varietas yang diuji pada kondisi penelitian ini menunjukkan potensi genetis dari varietas yang diuji pada kondisi yang sama di rumah kaca bebas serangga.

Penggunaan umbi mikro ditunjang dengan produksi masal dalam bioreaktor dapat memacu penyediaan benih sumber sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim dan tersedianya lahan atau rumah kaca yang terbatas. Umbi mikro dapat disimpan dalam lemari pendingin untuk memperlambat dormansi. Piao *et al.* (2003) melaporkan sistem produksi umbi mikro dalam

bioreaktor yang memungkinkan produksi umbi mikro dalam bioreaktor mencapai berat >1,1 g setara dengan umbi mini yang dapat langsung ditanam di lapangan. Bioreaktor silinder dengan sistem perendaman temporer dan perendaman terus menerus dengan penyangga kultur lebih baik, dan penggantian media selama kultur memberikan hasil dan kualitas umbi mikro lebih baik. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Perez-Alonso *et al.* (2010) bahwa teknik produksi umbi mikro memberikan kemungkinan untuk otomatisasi, dan pemberian nutrisi dengan perendaman 2 menit setiap interval 3 jam menjelang pembentukan umbi pada eksplan dengan kerapatan 60 planlet/2 l medium.

Varietas yang dilaporkan dapat diumbikan in vitro antara lain: var. Lady Roseta (Uranbey 2005), var. Tomensa dan Monalisa (Rafique *et al.* 2004), var. Atlantik (Piao *et al.* 2003, Perez-Alonso *et al.* 2010), var. Ostara, Christian dan Roclas (Nistor *et al.* 2010), var. Kuroda (Kanwal *et al.* 2006), var. Atlantik dan Granola (Masniawati *et al.* 2009, Dwiati dan Anggorowati 2011), var. Cardinal (Hussain *et al.* 2006), var. Diamant dan Red Norland (Aslam dan Iqbal 2010), var. Agria dan Marfona (Boland *et al.* 2011), var. Superior, Gogu Valley, Juice Valley, Early Valley, Winter Valley, Taedong Valley, Purple Valley, dan Golden Valley (Dhital dan Lim 2004). Namun keberhasilan umbi mikro yang dihasilkan dalam menghasilkan umbi mini belum terpenuhi dalam laporan tersebut.

Disamping umbi mikro dapat dimanfaatkan dalam sistem produksi benih kentang, umbi mikro juga memberikan berbagai keuntungan antara lain penapisan in vitro untuk karakteristik agronomi, penyimpanan, dan pertukaran materi plasma nutfah, serta tampilan di lapangan dibandingkan dengan umbi mini, dan produksi skala masal (Donnelly *et al.* 2003). Umbi mikro dapat digunakan dalam sistem perbenihan kentang menggunakan planlet dan umbi mini karena umbi mikro merupakan materi fase transisi dari perbanyakan in vitro dengan perbanyakan materi bebas patogen in vivo dan perbanyakan di lapangan (Nistor *et al.* 2010). Namun ukuran dan dormansi umbi mikro merupakan kendala dalam pemanfaatan umbi mikro di lapangan. Hal ini dapat diatasi dengan berbagai teknik induksi umbi dan produksi masal dalam bioreaktor

(Ebadi *et al.* 2002, Piao *et al.* 2003, Ebadi *et al.* 2007, Perez-Alonso *et al.* 2010). Dalam hal induksi, pertumbuhan dan perkembangan serta karakteristik agronomi terdapat analog yang kuat dan konsisten antara umbi mikro dengan umbi dari lapangan. Dalam kondisi cekaman abiotis, umbi mikro dapat digunakan sebagai sarana penelitian dasar di samping sebagai materi perbenihan dan konservasi.

Umbi mikro diproduksi di laboratorium dengan kondisi yang dapat dikendalikan. Dengan demikian, produksi umbi mikro tidak bergantung musim dan dapat dilakukan sepanjang tahun. Dengan potensi umbi mikro kelas D (diameter 2-5 mm) dari tujuh varietas yang dapat menghasilkan umbi mini dengan nisbah perbanyakan berkisar 6,07 (Cipanas) dan 13,22 (Merbabu) ditunjang dengan teknik produksi umbi mikro secara masal dan teknik pengelolaan tanaman untuk produksi umbi mini sebagai benih, umbi mikro sangat potensial dalam produksi benih sumber dan mempercepat perbanyakan benih sepanjang tahun. Potensi lain dari umbi mikro sebagai tanaman induk stek dalam menghasilkan umbi mini dan dalam meningkatkan nisbah perbanyakan merupakan potensi lain yang perlu dikaji lebih lanjut dalam upaya meningkatkan nisbah perbanyakan dan percepatan penyediaan benih sumber.

KESIMPULAN

1. Umbi mikro var. Amudra, Atlantik M, Cipanas, Granola L, Manohara, Merbabu, dan Ping dapat menghasilkan umbi mini diameter 7-30 mm dengan nisbah perbanyakan 6,7-8 pada var. Cipanas, Atlantik M dan Amudra, dan >10 pada var. Manohara, Ping, Granola L, dan Merbabu. Hal ini merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan dalam percepatan dan pengelolaan penyediaan benih sumber (G_0).
2. Umbi mikro dapat diproduksi sepanjang tahun di laboratorium. Dengan ukuran umbi yang relatif kecil, penyimpanan dan pendistribusian akan lebih mudah. Dengan biaya pengiriman 1 kg dapat didistribusikan sekitar 10.000 umbi mikro yang memerlukan rumah kaca seluas 100 m² (kerapatan 100 tanaman/m²) untuk menghasilkan umbi G_0 6.000- 13.000 umbi.

Jumlah ini dapat mencukupi penyediaan benih bersertifikat untuk luas pertanaman sekitar 1.000 ha dalam waktu 2 tahun.

3. Ditunjang dengan teknologi produksi umbi mikro secara masal, teknologi produksi benih kentang generasi lanjut serta sistem produksi benih yang terkelola menurut standar yang ditentukan, umbi mikro dapat mendukung perbanyakan dan penyediaan benih sumber untuk tujuan produksi benih, distribusi, dan adopsi varietas unggul nasional. Diharapkan industri benih domestik dapat berkembang, mendukung industri pangan dan meningkatkan nilai tambah bagi petani, pedagang, dan pengguna.
4. Penyediaan benih sumber dari varietas unggul nasional diharapkan dapat memacu produktivitas kentang domestik, menekan impor, menurunkan biaya produksi dengan penggunaan benih bermutu pada harga yang relatif terjangkau. Dengan demikian pertumbuhan industri benih dan produk kentang dapat lebih berkembang dalam mendukung pangan dan ketahanan pangan, meningkatkan pendapatan petani, membuka peluang kerja, dan mendorong kebijakan dalam menghargai produk domestik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan disampaikan kepada Sdr. Isum, Juwati, dan Empon yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih kepada Fajri Widati yang membantu analisis data.

PUSTAKA

1. Ahloowalia, B.S. 1994. Production and Performance of Potato Mini Tubers. *Euphytica*. 75:163-172.
2. Akhtar, P., S.J. Abbas, M. Aziz, A.H. Shah, and N. Ali. 2010. Effect of Growth Behavior of Potato Minutubers on Quality of Seed Potatoes as Influenced by Different Cultivars. *Pak. J. Pl. Sci.* 16(1):1-9.
3. Altindal, D. and T. Karadogan. 2010. The Effect of Carbon Sources on In Vitro Tuberization in Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish J. Field Crop.* 15(1):7-11.
4. Aslam, A. and J. Iqbal. 2010. Combined Effect of Cytokinin and Sucrose on In Vitro Tuberization Parameters of Two Cultivars i.e. Diamant and Norland of Potato (*Solanum tuberosum*). *Pak. J. Bot.* 42(2):1093-1102
5. Badoni, A. and J.S. Chauhan. 2009. A Note on Microtuber Seed Production of Potato: Necessitate Steps for Uttarakhand Hills. *Report and Opinion*. 1(5):9-11.
6. Bolandi, A.R., H. Hamidi, and R.A. Ghavidel. 2011. The Effect of Size and Microtuber Dormancy on Production of Potato Minutubers. *Am-Eur J. Agric and Env. Sci.* 10(2): 69-173.
7. Dhital, S.P. and H.T.Lim. 2004. Microtuberization Response in Several Genotypes of Potato (*Solanum tuberosum* L.) by Direct Addition of Liquid Medium to In Vitro Plantlets. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 45(6):281-286.
8. Donnelly, D. J, W.K. Coleman, and E. Shirlyn. 2003. Potato Microtuber Production and Performance: A Review. *Am. J. Pot. Res.* 80(2): 03-115.
9. Dwiati, M. and S. Anggorowati. 2011. Induction of In Vitro Culture of Potato Microtuber by Using Alar and Dark Photoperiod Application. *Agrivita*. 33(1):47-52
10. Ebadi, M., R. Zhargami, M. Ahmad, and F.A. Falahian. 2002. The Shoot Micropropagation and Microtuberization in Potato (*Solanum tuberosum* L.) var. Marfona by the Bioreactors. *Pak. J. Sci.* 12(43):3349-3369
11. _____, A. Iranbakhsh, and G.B. Khaniki. 2007. Shoot Micropropagation and Microtuberization in Potato (*Solanum tuberosum*) by the Semi-continuous Bioreactors. *Pak. J. Biol. Sci.* 10(6):861-867.
12. Hidayat, I.M. 2011. Strategi Perbenihan Kentang. *Laporan Workshop Perbenihan Kentang*, Bogor, 10 Mei 2011. (Tidak dipublikasikan). 3 Hlm.
13. Hussain, I., Z. Chaudhry, A. Muhammad, R. Ashgar, S.M.S. Naqvi, and H. Rashid. 2006. Effect of Chlorocholine Chloride, Sucrose and BAP on In Vitro Tuberization in Potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Cardinal). *Pak. J. Bot.* 38(2):275-282.
14. Imani, A.A., R. Qhrmanzadeh, Z. Azimi, and J. Janpoor. 2010. The Effect of Various Concentration of 6-benzyladenine (BAP) and Sucrose on In Vitro Potato (*Solanum tuberosum* L.) Microtuber Induction. *Amer-Euras J. Agric. and Environ. Sci.* 8(4):457-459.
15. Kanwal, A., A. Ali, and K. Shoaib. 2006. In Vitro Tuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivar Kuroda – A New Variety in Pakistan. *Int. J. Agric. and Biol.* 8(3):337-340.
16. Kim, C.W., C.K. Song, J.S. Park, H.K. Mun, Y.K. Kang, and B.K. Kang. 2009. Growth and Yield of Potatoes with Different Minutubers in Wick-Based Hydroponics. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27(3):399-403.
17. Larekeng, S.H., T. Kuswinanti, and R. Sjahril. 2009. Potensi Filtrat Cendawan *Diplodia* spp. Sebagai Pemicu Pembentukan Umbi Mikro Planlet Kentang Varietas Atlantik. *Simposium dan Kongres VI Peripi*. Bogor: 408 -413.
18. Masniawati, A., Baharuddin, dan M. Ansyar. 2009. Perbanyakan Benih Kentang Secara In Vitro dengan Penginduksi Ekstrak Daun Gamal. *Simposium dan Kongres Peripi*. Bogor: Hlm. 485- 494.
19. Mobini, S.H., M.R. Ismail, and H. Arouiee. 2009. Influence of Ventilation and Media on Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuberization and Its Growth Characteristics. *African J. Biotech.* 8(10):2232- 2241.

20. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
21. Nistor, A., G. Campeanu, N. Atanasiu, N. Chiru, and D. Karacsonyi. 2010. Influence of Potato Genotypes on Production of Microtubers. *Romanian Biotech. Lett.* 15(3):5317-5324.
22. Otrushy, M., F. Nazarian, and P.C. Struik. 2009. Effects of Temperature Fluctuation During In Vitro Phase on In Vitro Microtuber Production in Different Cultivars of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 98:213-218.
23. Perez-Alonso, N., E. Jimenez, M. de Feria, A. Capote, R. Barbon, E. Quiala, and M. Chavez. 2007. Effect of Inoculum Density and Immersion Time on the Production of Potato Microtubers in Temporary Immersion Systems and Field Studies. http://revista.ibp.co.cu/component/docman/doc_view/491-bv0397-07-73149-154.html. *Articulo Cientifico*. No 3. [21 Maret 2011]
24. Piao, X.C., D. Chakrabarty, E. J. Hahn., and K. Y. Paek K.Y. 2003. A Simple Method for Mass Production of Potato Microtubers Using a Bioreactor System. *Curr. Sci.* 84 8):1129-1132.
25. Rafique, T., M.J. Jaskani, H.Raza, and M.Abbas. 2004. In Vitro Studies on Microtuber Induction in Potato. *Int. J. Agric and Biol.* 6(2):375-377.
26. Ranalli, P., F. Bassi, G. Ruaro, P. Del Re, M. Di Candilo, and G.Mandolino. 1994. Microtuber and Minituber Production and Field Performance Compared to Normal Tuber. *Potato Res.* 37:383-391.
27. Santos, B.M. and P.R. Rodriguez. 2008. Optimum In-Row Distances for Potato Mini Tuber Production. *Hortechmol.* 18(3):403-406.
28. Uranbey, S., I. Parmaksiz, C. Sancak, S. Cocu, and S. Ozcan. 2004. Temperature and Gelling Agent Effects on In Vitro Microtuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Biotechnol. and Biotechnol.Eq.* 19(2):89-94.
29. _____. 2005. Comparison of Kinetin and 6-benzyladenine (BA) on In Vitro Microtuberization of Potato Under Short Day Conditions. *J.Agric. Sci.* 15(1):39-41.
30. Zakaria, M., M.M. Hossain, M.A.Khaleque Mian, T. Hossain, and M.Z. Uddin. 2008. In Vitro Tuberization of Potato Influenced by Benzyladenine and Chlorocholine Chloride. *Bangladesh J. Agric. Res.* 33(3):419-425.
31. Zamora, A.B., C.N. Paet, and E.C. Altoveros. 1994. Micropropagation and Virus Elimination Procedures in Potato for Conservation, Dissemination, and Production in the Humid Tropics. *Institute of Plant Breeding and SAPPRAD*: 105 pp.